

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-271706

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

H02J 7/34
 B60L 3/00
 B60L 11/18
 H01M 8/00
 H02J 7/00
 H02J 7/00

(21)Application number : 09-090269

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 24.03.1997

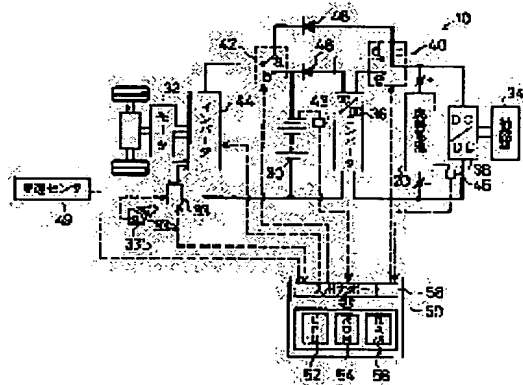
(72)Inventor : TOOHATA YOSHIKAZU

(54) POWER UNIT AND ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent deterioration of residual capacity in a secondary battery, also to supply a sufficient power to a load whose level fluctuates.

SOLUTION: In a fuel cell system 10 provided with a fuel cell 20 and a secondary battery 30, when an accelerator opening in an accelerator pedal 33a is 0, a connection condition of a contact in changeover switches 40, 42 is controlled, the second battery 30 is charged from the fuel cell 20. Here, output voltage from the fuel cell 20, in a condition with an output maximized from the fuel cell 20, is stopped up by a DC/DC converter 36, to be supplied to the secondary battery 30. When load power in a motor 32 is a prescribed value or more, power is supplied to the motor 32 from both the secondary battery 30 and the fuel cell 20, when the load power is smaller than the prescribed value, power is supplied by only the fuel cell 20.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-271706

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 J 7/34

H 0 2 J 7/34

D

E

B 6 0 L 3/00

B 6 0 L 3/00

S

11/18

11/18

G

H 0 1 M 8/00

H 0 1 M 8/00

A

審査請求 未請求 請求項の数11 F D (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-90269

(22) 出願日

平成9年(1997)3月24日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 遠畑 良和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

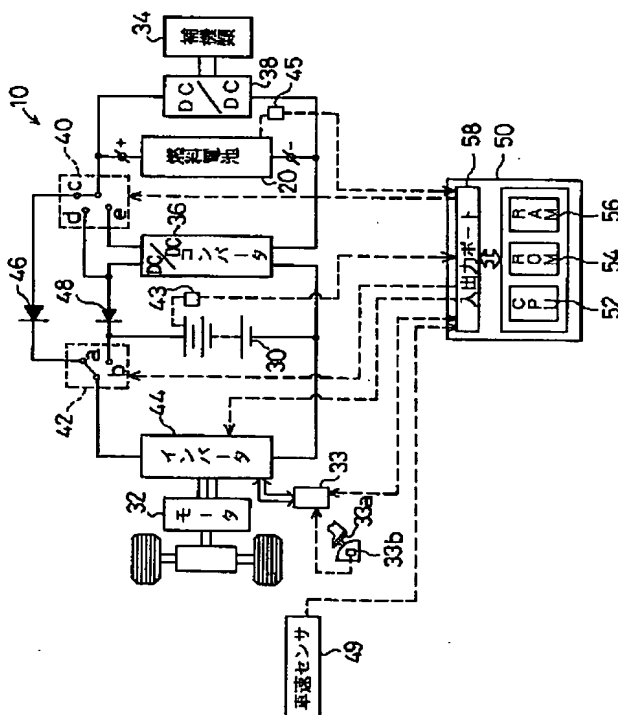
(74) 代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 電源装置および電気自動車

(57) 【要約】

【課題】 2次電池の残存容量の悪化を防止すると共に、大きさが変動する負荷に対して常に十分な電力を供給可能とする。

【解決手段】 燃料電池20と2次電池30とを備える燃料電池システム10は、アクセルペダル33aにおけるアクセル開度が0の時には、切り替えスイッチ40、42における接点の接続状態を制御して、燃料電池20から2次電池30に対して充電を行う。このとき、燃料電池20からの出力電圧は、燃料電池20からの出力が最大となる状態でDC/DCコンバータ36によって昇圧されて、2次電池30に供給される。また、モータ32での負荷力量が所定量以上の時には2次電池30と燃料電池20との両方からモータ32に電力が供給され、負荷量が所定量より小さいときには燃料電池20だけが電力を供給する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池と 2 次電池とを備え、前記燃料電池と前記 2 次電池との少なくとも一方から負荷に対して電力の供給を行なう電源装置であって、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であることを判断する充電時判断手段と、前記充電時判断手段が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断したときに、前記燃料電池から前記負荷に対して電力を供給する場合の出力電圧よりも高い所定の電圧で、前記燃料電池を供給側として前記 2 次電池の充電を行なう充電手段とを備える電源装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の電源装置であって、前記負荷は、大きさが零となり得る主負荷を含み、前記充電時判断手段は、前記主負荷が略零となる状態を検出したときに、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断する電源装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の電源装置であって、前記充電手段は、前記燃料電池の出力に接続され、前記燃料電池からの出力電圧を昇圧して前記 2 次電池に供給する昇圧手段と、複数の接点を備え、該接点の接続の組み合わせにより、前記負荷に電力を供給する接続状態から、前記燃料電池から前記昇圧手段を介して前記 2 次電池を充電する接続状態に切り替え可能な接続手段と、前記充電時判断手段が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断したときに、前記接続手段の接点の接続の組み合わせを操作して、前記回路の接続状態が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電可能となる接続状態に変更すると共に、前記 2 次電池を充電する電圧が前記所定の電圧となるよう前記昇圧手段を制御する制御手段とを備える電源装置

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 いずれか記載の電源装置であって、前記負荷の状態を検出して前記負荷が高負荷状態であるか低負荷状態であるかを判断する負荷状態判定手段と、前記負荷状態判定手段が高負荷状態であると判断したときには、前記燃料電池と前記 2 次電池との両方から前記負荷に対して電力を供給し、前記負荷状態判定手段が低負荷状態であると判断したときには、前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給する電源切り替え手段とを備える電源装置。

【請求項 5】 請求項 1 または 2 記載の電源装置であって、前記負荷の状態を検出して前記負荷が高負荷状態であるか低負荷状態であるかを判断する負荷状態判定手段と、複数の接点を備え、該接点接続の組み合わせにより、前記燃料電池により前記 2 次電池を充電する接続状態と、前記燃料電池と前記 2 次電池との両方から前記負荷に対

して電力を供給する接続状態と、前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給する接続状態とを切り替え可能な回路接続手段と、

前記充電時判断手段に加えて前記負荷状態判定手段から情報を入力して、該入力された情報に基づいて前記回路接続手段における接点の接続の組み合わせを操作して、前記燃料電池と前記 2 次電池との両方から前記負荷に対して電力を供給可能な高負荷モードと、前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給可能な低負荷モードと、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電可能な充電モードとを切り替える回路制御手段とを備える電源装置。

【請求項 6】 前記充電手段は、前記燃料電池からの出力エネルギーが最大となる状態で前記 2 次電池への充電を行なう請求項 1 ないし 5 いずれか記載の電源装置。

【請求項 7】 前記負荷状態判定手段は、前記負荷の大きさを判断する負荷量判定手段である請求項 4 または 5 記載の電源装置。

【請求項 8】 前記負荷状態判定手段は、前記負荷の変化量を判断する負荷変化量判定手段である請求項 4 または 5 記載の電源装置。

【請求項 9】 電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、請求項 1 ないし 8 いずれか記載の電源装置を搭載し、前記モータは、前記電源装置から電力の供給を受ける負荷の一つである電気自動車。

【請求項 10】 電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、請求項 7 記載の電源装置を搭載し、前記モータは、前記電源装置から電力の供給を受ける負荷の一つであり、前記負荷量判定手段は、前記電気自動車におけるアクセル開度と車速とに基づいて前記負荷量を判断する手段である電気自動車。

【請求項 11】 電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、請求項 8 記載の電源装置を搭載し、前記モータは、前記電源装置から電力の供給を受ける負荷の一つであり、前記負荷変化量判定手段は、前記電気自動車におけるアクセル開速度に基づいて前記負荷の変化量を判断する手段である電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電源装置および電気自動車に関し、詳しくは燃料電池と 2 次電池とを電源として備えた電源装置と、この電源装置を搭載した電気

自動車に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の電源装置として、燃料電池と2次電池とを電源として備え、両者を併用して負荷に対して電力を供給する電源装置が提案されている（例えば特開昭47-32321号公報など）。この電源装置では、電源装置を構成する回路に設けられた所定の接点を開閉することによって、電源装置に接続された負荷に対する電力の供給を制御する。負荷が小さな時には燃料電池が単独で負荷に対して電力を供給し、負荷が大きくなると燃料電池と2次電池との両方が負荷に対して電力を供給するように切り替える。また、2次電池の残存容量が低下したときには、燃料電池は負荷に電力を供給すると共に2次電池を充電するよう回路の接続を切り替える。燃料電池は出力電流が大きくなるに従って電圧が降下してしまうという性質があるが、燃料電池と2次電池とを併設する上記構成を採ることによって、負荷の消費電力が大きいときにも十分な出力を得ることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した電源装置においては、2次電池の残存容量が低下したときの対応としては、電源装置を構成する回路に設けた所定の接点を開閉することによって、2次電池を放電状態から充電可能な状態に切り替えるだけであった。このような構成では、負荷に供給する電力量が大きいと2次電池の残存容量の低下に伴って上記接点が切り替わるが、負荷がある程度大きい状態が引き続き継続すると、燃料電池から2次電池への充電が行なわれず、2次電池は残存容量を回復することができない。2次電池の残存容量が回復しないまま負荷が大きい状態が継続すると、2次電池は負荷に対して電力を供給することができないため、電源装置から負荷に供給される電力量が不足する状態となる。このような状態では、燃料電池に対して大きな負荷がかかってしまうため、燃料電池の出力電圧が降下するなどの問題を生じ、燃料電池からも十分な出力が得られなくなるという問題があった。

【0004】ここで、燃料電池と2次電池とを併用して用いる上記したような電源装置では、両電池の出力に関する性能のバランスによって、電源装置全体の性能が大きく制約を受けることになる。各電池の性能は、その大きさに大きく依存している。燃料電池では、燃料電池を構成する積層セル数が出力電圧に、各セルが備える電極の面積が出力電流に比例する。また2次電池では、2次電池の個数が出力電圧に比例し、2次電池の容積および重量がV-I特性の傾きに比例する。

【0005】したがって、上記したように負荷が大きい状態が継続する場合にも2次電池からの電力の供給を確保するためには、2次電池の容量を増大させることによって、電源装置全体を長時間継続する大きな負荷に耐え

ることができる構成にするといった対応が考えられる。しかしながら、2次電池の容量を増大させる場合には、電源装置を設置するためにより大きなスペースが必要となり、採用しがたい場合がある。特に、上記電源装置を電気自動車の駆動用電源として用いる場合には、積載可能なスペースに厳しい制限があるため採用し難い。

【0006】2次電池と燃料電池とが並列に接続されて負荷に対して電力を供給している場合に、2次電池が放電状態と充電状態とのうちいずれの状態になるかは、負荷の大きさと、2次電池と燃料電池との出力容量のバランスとによって決まる。そこで、2次電池の残存容量が著しく低下してしまうのを避け得る構成として、2次電池からの出力電圧を、燃料電池からの出力電圧に比べて相対的により小さくすることが考えられる。このような構成とすることによって、燃料電池が2次電池を充電する充電領域がより広くなり、2次電池は残存容量を回復しやすくなる。しかしながら、2次電池において燃料電池に対する相対的な出力電圧を小さくする場合には、2次電池の出力・容量ともに減少し、電源装置全体として電力を供給可能な負荷の大きさが小さくなってしまい、採用し難い。

【0007】また、燃料電池の積層セル数や電極面積を増大させて燃料電池からの出力を大きくすることによって、2次電池を充電可能となる領域を拡大するとともに、負荷が大きい状態における燃料電池からの出力の割合を増大して2次電池の残存容量の悪化による出力減少の影響を小さくするという方策も考えられる。しかしながら、燃料電池の出力を大きくすると、それに伴って、燃料電池の運転時に駆動される補機類（酸化ガスを燃料電池に供給するためのコンプレッサなど）で消費される電力も増大してしまうため、燃料電池の出力を大きくしても実際には上記したような効果は得難い。すなわち、補機類で消費される電力が増大すると、燃料電池の出力を大きくしても2次電池の充電領域を広げる効果は充分に得られず、また、負荷が大きい状態における燃料電池からの出力の割合を充分に増大させることができない。

【0008】このように、燃料電池と2次電池とを備える電源装置において、大きさが変動する負荷に対して常に十分な電力を供給することと、2次電池の残存容量の悪化を防止することを共に達成する構成は従来知られておらず、その実現が望まれていた。

【0009】本発明の電源装置および電気自動車は、こうした問題を解決し、2次電池の残存容量の悪化を防止すると共に、大きさが変動する負荷に対して常に十分な電力を供給可能とすることを目的としてなされ、次の構成を採った。

【0010】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の電源装置は、燃料電池と2次電池とを備え、前記燃料電池と前記2次電池との少なくとも一方から負荷に

対して電力の供給を行なう電源装置であって、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であることを判断する充電時判断手段と、前記充電時判断手段が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断したときに、前記燃料電池から前記負荷に対して電力を供給する場合の出力電圧よりも高い所定の電圧で、前記燃料電池を供給側として前記 2 次電池の充電を行なう充電手段とを備えることを要旨とする。

【0011】以上のように構成された本発明の電源装置は、燃料電池と 2 次電池とを備え、前記燃料電池と前記 2 次電池との少なくとも一方から負荷に対して電力の供給を行なう。前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であることが判断されると、前記燃料電池から前記負荷に対して電力を供給する場合の出力電圧よりも高い電圧で、前記燃料電池を供給側として前記 2 次電池の充電を行なう。

【0012】このような電源装置によれば、前記燃料電池から前記負荷に対して電力を供給する場合の出力電圧よりも高い電圧で、前記燃料電池を供給側として前記 2 次電池の充電を行なうため、燃料電池の出力電圧と 2 次電池の充電電圧との差だけに基づいて充電を行なう場合に比べて、高い効率でより迅速に 2 次電池の充電を行なうことができる。

【0013】ここで、前記負荷は、大きさが零となり得る主負荷を含み、前記充電時判断手段は、前記主負荷が略零となる状態を検出したときに、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断する構成とすることもできる。

【0014】このような場合には、大きさが変動する主負荷の大きさが略零となったときに、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断されるため、燃料電池の出力状態に余裕のあるときに 2 次電池の充電を行なうことができる。したがって、2 次電池を充電することによって主負荷に対する電力供給が影響を受けることがなく、また、大きく安定した電力によって 2 次電池を充電することができる。

【0015】本発明の電源装置において、前記充電手段は、前記燃料電池の出力に接続され、前記燃料電池からの出力電圧を昇圧して前記 2 次電池に供給する昇圧手段と、複数の接点を備え、該接点の接続の組み合わせにより、前記負荷に電力を供給する接続状態から、前記燃料電池から前記昇圧手段を介して前記 2 次電池を充電する接続状態に切り替え可能な接続手段と、前記充電時判断手段が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断したときに、前記接続手段の接点の接続の組み合わせを操作して、前記回路の接続状態が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電可能となる接続状態に変更すると共に、前記 2 次電池を充電する電圧が前記所定の電圧となるよう前記昇圧手段を制御

する制御手段とを備えることとしてもよい。

【0016】このような電源装置では、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なうべき状態であると判断されると、制御手段が前記接続手段の接点の接続の組み合わせを操作して、前記回路の接続状態が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電可能となる接続状態に変更される。また、このとき、制御手段は昇圧手段を制御して、前記 2 次電池を充電する電圧を前記所定の電圧にする。したがって、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電を行なう必要がある場合には、高い電圧で 2 次電池を充電することが可能となる。

【0017】また、本発明の電源装置において、前記負荷の状態を検出して前記負荷が高負荷状態であるか低負荷状態であるかを判断する負荷状態判定手段と、前記負荷状態判定手段が高負荷状態であると判断したときには、前記燃料電池と前記 2 次電池との両方から前記負荷に対して電力を供給し、前記負荷状態判定手段が低負荷状態であると判断したときには、前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給する電源切り替え手段とを備えることとしてもよい。

【0018】このような電源装置では、前記負荷の状態を検出して前記負荷が高負荷状態であるか低負荷状態であるかを判断し、高負荷状態であると判断したときには前記燃料電池と前記 2 次電池との両方から前記負荷に対して電力を供給し、低負荷状態であると判断したときには前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給する。したがって、高負荷状態においては燃料電池と 2 次電池との両方から電力が供給されるため、大きな負荷に充分に対応することが可能となり、低負荷状態においては 2 次電池から出力されてしまうことがなく、低負荷状態のときに 2 次電池の残存容量が低下してしまうことがない。

【0019】さらに、本発明の電源装置において、前記負荷の状態を検出して前記負荷が高負荷状態であるか低負荷状態であるかを判断する負荷状態検出手段と、複数の接点を備え、該接点の接続の組み合わせにより、前記燃料電池により前記 2 次電池を充電する接続状態と、前記燃料電池と前記 2 次電池との両方から前記負荷に対して電力を供給する接続状態と、前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給する接続状態とを切り替え可能な回路接続手段と、前記充電時判断手段に加えて前記負荷状態判定手段から情報を入力して、該入力された情報に基づいて前記回路接続手段における接点の接続の組み合わせを操作して、前記燃料電池と前記 2 次電池との両方から前記負荷に対して電力を供給可能な高負荷モードと、前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給可能な低負荷モードと、前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電可能な充電モードとを切り替える回路制御手段とを備えることとしてもよい。

【0020】このような電源装置では、前記充電時判断

手段に加えて、前記負荷の状態を検出して前記負荷が高負荷状態であるか低負荷状態であるかを判断する負荷状態判定手段から情報を入力して、この入力された情報に基づいて前記回路接続手段における接点の接続の組み合わせを操作する。これによって、前記燃料電池と前記2次電池との両方から前記負荷に対して電力を供給可能な高負荷モードと、前記燃料電池だけから前記負荷に対して電力を供給可能な低負荷モードと、前記燃料電池から前記2次電池に対して充電可能な充電モードとを切り替える。したがって、負荷が大きいときには十分な電力を確保し、負荷が小さいときには2次電池の残存容量が低下してしまうのを防ぎ、2次電池を充電すべき時には高い効率で迅速に2次電池を充電することができる。

【0021】また、本発明の電源装置において、前記充電手段は、前記燃料電池からの出力エネルギーが最大となる状態で前記2次電池への充電を行なう構成も好適である。このような構成とすれば、燃料電池によって2次電池を充電する際の効率をさらに向上させることができ、より迅速に2次電池を充電することができる。

【0022】ここで、前記負荷状態判定手段は、前記負荷の大きさを判断する負荷量判定手段である構成とすることができる。このような構成とすれば、負荷の大きさに関する情報をフィードバックして前記接続手段が備える接点の接続状態を変更することができ、負荷の大きさに応じて燃料電池と2次電池とを使い分けることが可能となる。

【0023】さらに、前記負荷状態判定手段は、前記負荷の変化量を判断する負荷変化量判定手段であるとしてもよい。このような構成とすれば、負荷の変化量に従って、実際に負荷が増大してしまうのに先だって前記接続手段が備える接点の接続状態を変更することができるため、負荷が所定量以上になったときには、燃料電池と2次電池との両方から電力を供給可能な状態に準備することができる。

【0024】本発明の第1の電気自動車は、電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、請求項1ないし8いずれか記載の電源装置を搭載し、前記モータは、前記電源装置から電力の供給を受ける負荷の一つであることを要旨とする。

【0025】以上のように構成された本発明の第1の電気自動車は、前記燃料電池から前記負荷に対して電力を供給する場合の出力電圧よりも高い電圧で、前記燃料電池を供給側として前記2次電池の充電を行なうため、燃料電池の出力電圧と2次電池の充電電圧との差だけに基づいて充電を行なう場合に比べて、高い効率でより迅速に2次電池の充電を行なうことができる。したがって、2次電池の残存容量を迅速に回復することができ、2次電池からの出力が要求されるときには十分な電力を供給することができる。さらに、走行時の負荷状態によって

燃料電池および2次電池とモータとの接続状態を切り替える場合には、負荷状態が小さいときには2次電池から負荷への電力供給を行なわないため、負荷状態が小さいときに2次電池の残存容量が低下してしまうことがない。したがって、燃料電池からの出力だけでは不十分となる高負荷状態で走行したいときに、2次電池から十分な出力を得ることができる。

【0026】また、本発明の第2の電気自動車は、電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、請求項7記載の電源装置を搭載し、前記モータは、前記電源装置から電力の供給を受ける負荷の一つであり、前記負荷量判定手段は、前記電気自動車におけるアクセル開度と車速とに基づいて前記負荷量を判断する手段であることを要旨とする。

【0027】以上のように構成された本発明の第2の電気自動車は、前記電気自動車におけるアクセル開度と車速とに基づいて前記負荷量を判断する。アクセル開度は、電気自動車が備えるモータにおける出力トルクに関する要求の度合いと対応関係を有する値であり、車速は、電気自動車が備えるモータにおける回転数に対応する値である。したがって、アクセル開度と車速とに基づくことによって、負荷量、すなわち、モータにおける消費電力を精度よく推定することができる。これによって、負荷の大きさに関する情報をフィードバックして前記接続手段が備える接点の接続状態を変更することができ、モータでの消費電力量に応じて燃料電池と2次電池とを使い分けることが可能となる。

【0028】また、本発明の第3の電気自動車は、電気エネルギーによってモータを回転させ、該モータの回転力を車軸に伝えることによって駆動力を得る電気自動車であって、請求項8記載の電源装置を搭載し、前記モータは、前記電源装置から電力の供給を受ける負荷の一つであり、前記負荷変化量判定手段は、前記電気自動車におけるアクセル開速度に基づいて前記負荷の変化量を判断する手段であることを要旨とする。

【0029】以上のように構成された本発明の第3の電気自動車は、前記電気自動車におけるアクセル開速度に基づいて前記負荷量を判断する。アクセル開速度は、電気自動車において運転者が要求する加速の度合いに対応している。したがって、アクセル開速度が所定値よりも大きくなったときには、そのときの負荷量に関わらず高負荷状態と判断することによって、実際に負荷が増大するときには、燃料電池と2次電池との両方から電力を供給可能な状態に準備することができる。

【0030】

【発明の他の態様】本発明の電源装置は、以下のような他の態様をとることも可能である。すなわち、本発明の電源装置において、前記電源装置の起動時に、前記燃料電池の暖気状態を検出する暖気状態検出手段と、前記暖

気状態検出手段によって、前記燃料電池が所定の暖気状態であると判断されたときには、前記燃料電池からの出力を制限する出力制限手段とを備え、前記制御手段は、前記暖気状態検出手段によって、前記燃料電池が所定の暖気状態であると判断されたときには、前記回路の状態が前記 2 次電池から前記負荷に対して電力を供給可能となるように、前記接続手段に対して指示信号を出力することとしてもよい。

【0031】このような構成とすれば、電源装置の起動時において、前記燃料電池の暖気状態が不十分である間に前記燃料電池に大きな負荷が接続されて、燃料電池において電圧降下などの不都合を生じてしまうことがない。また、燃料電池が暖気運転中であるときには 2 次電池と負荷とが接続されるため、燃料電池の暖機運転に関わらず負荷を駆動することが可能となる。ここで、前記燃料電池の暖気状態は、燃料電池の運転温度を測定するなどの方法によって検出可能である。

【0032】さらに、本発明の電源装置は、前記 2 次電池の残存容量を検出する残存容量検出手段と、前記残存容量検出手段が検出した前記残存容量の状態を、認識可能に表示する残存容量表示手段と、前記燃料電池の暖気運転中に前記 2 次電池の充電を開始するための指示を入力可能な充電指示入力手段とを備え、前記制御手段は、前記充電指示入力手段から前記 2 次電池の充電を開始するための指示が入力され、前記暖気状態検出手段が検出した前記燃料電池の暖気状態が所定の状態になったときには、前記回路の状態が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電可能となるように、前記接続手段に対して指示信号を出力すると共に、前記燃料電池からの出力電圧が前記燃料電池の暖気状態に応じた前記所定の電圧となるよう前記昇圧手段に指示信号を出力する手段であることとしてもよい。

【0033】このような構成とすれば、電源装置の起動時に 2 次電池の残存容量が低下しているときには、積極的に 2 次電池の残存容量の回復を図ることが可能となる。特に、燃料電池の暖気運転が終了する以前に 2 次電池の充電を開始することができるため、より早く 2 次電池の残存容量を回復させることができる。このとき、燃料電池の暖気状態に応じて燃料電池からの出力電圧を昇圧する構成であるため、燃料電池に過剰な負荷をかけることなく高い効率で 2 次電池の充電を行なうことができる。

【0034】さらに、本発明の電源装置において、前記制御部は、前記電源装置の停止が指示されたときには、前記回路の接続状態が前記燃料電池から前記 2 次電池に対して充電可能となるように、前記接続手段に対して指示信号を出力すると共に、前記燃料電池からの出力電圧が前記所定の電圧となるよう前記昇圧手段に指示信号を出力する手段であり、前記残存容量検出手段が検出する前記 2 次電池の残存容量が所定量に達したときには、前

記燃料電池における発電を停止する燃料電池停止手段を備えることとしてもよい。

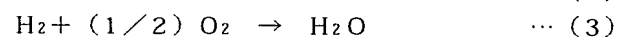
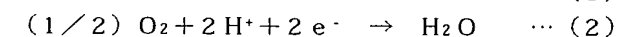
【0035】このような構成とすれば、2 次電池の残存容量を充分な状態としてから電源装置が停止されるため、次回に電源装置を起動するときには、2 次電池は充分な残存容量を有していることになり、直ちに 2 次電池から負荷に対して電力を供給することが可能となる。ここで、電源装置の停止時に、前記燃料電池からの出力エネルギーが最大となる状態で 2 次電池を充電する場合に、2 次電池を充電する効率を向上させることができ、電源装置の停止時に燃料電池が発電し続ける時間を短縮することが可能となる。

【0036】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。図 1 は、本発明の好適な一実施例である燃料電池システム 10 を搭載した電気自動車 10 の構成の概略を表すブロック図である。本実施例の燃料電池システム 10 は、車両に搭載されて車両駆動用の電源装置として働く。燃料電池システム 10 は、燃料電池 20、2 次電池 30、車両駆動用のモータ 32、補機類 34、DC/DC コンバータ 36、38、切り替えスイッチ 40、42、残存容量モニタ 43、インバータ 44、ダイオード 46、48、車速センサ 49、制御部 50 を主な構成要素とする。燃料電池 20 と DC/DC コンバータ 38 は並列に、2 次電池 30 と DC/DC コンバータ 36 は並列に接続され、さらに、燃料電池 20、DC/DC コンバータ 38、2 次電池 30、DC/DC コンバータ 36 とインバータ 44 は、切り替えスイッチ 40、42 の接点の状態により接続関係は切り替えられるが、基本的には並列に接続されている。以下、燃料電池システム 10 の各構成要素について説明する。

【0037】燃料電池 20 は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セル 28 を複数積層したスタック構造を有している。燃料電池 20 は、陰極側に水素を含有する燃料ガスの供給を受け、陽極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて以下に示す電気化学反応によって起電力を得る。

【0038】



【0039】(1) 式は陰極側における反応、(2) 式は陽極側における反応を示し、(3) 式は電池全体で起こる反応を表わす。図 2 は、この燃料電池 20 を構成する単セル 28 の構成を例示する断面図である。単セル 28 は、電解質膜 21 と、アノード 22 およびカソード 23 と、セパレータ 24、25 とから構成されている。

【0040】アノード 22 およびカソード 23 は、電解質膜 21 を両側から挟んでサンドイッチ構造を成すガス

拡散電極である。セパレータ 24、25 は、このサンドイッチ構造をさらに両側から挟みつつ、アノード 22 およびカソード 23 との間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。アノード 22 とセパレータ 24 との間には燃料ガス流路 24 P が形成されており、カソード 23 とセパレータ 25 との間には酸化ガス流路 25 P が形成されている。セパレータ 24、25 は、図 2 ではそれぞれ片面にのみ流路を形成しているが、実際にはその両面にリブが形成されており、片面はアノード 22 との間で燃料ガス流路 24 P を形成し、他面は隣接する単セルが備えるカソード 23 との間で酸化ガス流路 25 P を形成する。このように、セパレータ 24、25 は、ガス拡散電極との間でガス流路を形成するとともに、隣接する単セル間で燃料ガスと酸化ガスの流れを分離する役割を果たしている。もとより、単セル 28 を積層してスタック構造を形成する際、スタック構造の両端に位置する 2 枚のセパレータは、ガス拡散電極と接する片面にだけリブを形成することとしてもよい。

【0041】ここで、電解質膜 21 は、固体高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたプロトン伝導性のイオン交換膜であり、湿润状態で良好な電気伝導性を示す。本実施例では、ナフィオン膜（デュポン社製）を使用した。電解質膜 21 の表面には、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金が塗布されている。触媒を塗布する方法としては、白金または白金と他の金属からなる合金を担持したカーボン粉を作製し、この触媒を担持したカーボン粉を適当な有機溶剤に分散させ、電解質溶液（例えば、Aldrich Chemical 社、Nafion Solution）を適量添加してペースト化し、電解質膜 21 上にスクリーン印刷するという方法をとった。あるいは、上記触媒を担持したカーボン粉を含有するペーストを膜成形してシートを作製し、このシートを電解質膜 21 上にプレスする構成も好適である。また、白金などの触媒は、電解質膜 21 ではなく、電解質膜 21 を接するアノード 22 およびカソード 23 側に塗布することとしてもよい。

【0042】アノード 22 およびカソード 23 は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されている。なお、本実施例では、アノード 22 およびカソード 23 をカーボクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0043】セパレータ 24、25 は、ガス不透過の導電性部材、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンにより形成されている。セパレータ 24、25 はその両面に、平行に配置された複数のリブを形成しており、既述したように、アノード 22 の表面とで燃料ガス流路 24 P を形成し、隣接する単セルのカソード 23 の表面とで酸化ガス流路 25 P を形成する。ここで、各セパレータの表面に形成されたリブは、両面と

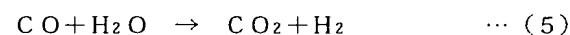
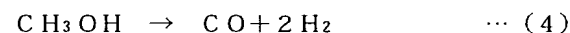
もに平行に形成する必要はなく、面毎に直行するなど所定の角度をなすこととしてもよい。また、リブの形状は平行な溝状である必要はなく、ガス拡散電極に対して燃料ガスまたは酸化ガスを供給可能であればよい。

【0044】以上、燃料電池 20 の基本構造である単セル 28 の構成について説明した。実際に燃料電池 20 として組み立てるときには、セパレータ 24、アノード 22、電解質膜 21、カソード 23、セパレータ 25 の順序で構成される単セル 28 を複数組積層し（本実施例では 100 組）、その両端に緻密質カーボンや銅板などにより形成される集電板 26、27 を配置することによって、スタック構造を構成する。

【0045】図 1 のブロック図では図示しなかったが、実際に燃料電池を用いて発電を行なうには、上記スタック構造を有する燃料電池本体の他に所定の周辺装置を必要とする。図 3 は、燃料電池 20 とその周辺装置とからなる燃料電池部 60 の構成を例示するブロック図である。燃料電池部 60 は、上記燃料電池 20 と、メタノールタンク 61 および水タンク 62 と、改質器 64 と、エアコンプレッサ 66 とを主な構成要素とする。

【0046】改質器 64 は、メタノールタンク 61 および水タンク 62 から、メタノールおよび水の供給を受ける。改質器 64 では、供給されたメタノールを原燃料として水蒸気改質法による改質を行ない、水素リッチな燃料ガスを生成する。以下に、改質器 64 で行なわれる改質反応を示す。

【0047】



【0048】改質器 64 で行なわれるメタノールの改質反応は、(4) 式で表わされるメタノールの分解反応と (5) 式で表わされる一酸化炭素の変成反応とが同時に進行し、全体として (6) 式の反応が起きる。このような改質反応は全体として吸熱反応である。改質器 64 で生成された水素リッチな燃料ガスは燃料供給路 68 を介して燃料電池 20 に供給され、燃料電池 20 内では各単セル 28 において、前記燃料ガス流路 24 P に導かれてアノード 22 における電池反応に供される。アノード 22 で行なわれる反応は記述した (1) 式で表わされるが、この反応で必要な水を補って電解質膜 21 の乾燥を防ぐために、燃料供給路 68 に加湿器を設け、燃料ガスを加湿した後に燃料電池 20 に供給することとしてもよい。

【0049】また、エアコンプレッサ 66 は、外部から取り込んだ空気を燃料電池 20 に加圧供給する。エアコンプレッサ 66 に取り込まれて加圧された空気は、空気供給路 69 を介して燃料電池 20 に供給され、燃料電池 20 内では各単セル 28 において、前記酸化ガス流路 25 P に導かれてカソード 23 における電池反応に供され

る。一般に燃料電池では、両極に供給されるガスの圧力が増大するほど反応速度が上昇するため電池性能が向上する。そこで、カソード23に供給する空気は、このようにエアコンプレッサ66によって加圧を行なっている。なお、アノード22に供給する燃料ガスの圧力は、記述した燃料供給路68に設けたマスフロコントローラの電磁バルブ67の開閉状態を制御することによって容易に調節可能である。

【0050】燃料電池20内のアノード22で電池反応に使用された後の燃料排ガスと、エアコンプレッサ66によって圧縮された空気の一部とは改質器64に供給される。既述したように、改質器64における改質反応は吸熱反応であって外部から熱の供給が必要であるため、改質器64内部には図示しないバーナが加熱用に備えられている。上記燃料ガスと圧縮空気とは、このバーナの燃焼のために用いられる。燃料電池20の陽極側から排出された燃料排ガスは燃料排出路71によって改質器64に導かれ、圧縮空気は空気供給路69から分岐する分岐空気路70によって改質器64に導かれる。燃料排ガスに残存する水素と圧縮空気中の酸素とはバーナの燃焼に用いられ、改質反応に必要な熱量を供給する。

【0051】このような燃料電池20は、接続される負荷の大きさに応じて燃料ガス量および酸化ガス量を調節することによって出力を制御することができる。この出力の制御は制御部50によって行なわれる。すなわち、既述したエアコンプレッサ66や燃料供給路68に設けた電磁バルブ67に対して制御部50からの駆動信号を出力し、その駆動量や開閉状態を調節することで供給ガス量を制御して燃料電池20の出力を調節している。

【0052】以上説明した燃料電池20は、2次電池30、モータ32および補機類34と接続可能となっている。この燃料電池20は、燃料電池システム10のモードが後述するように切り替わると、モータ32および補機類34に対して電力の供給を行なう状態と、2次電池30の充電を行なう状態とが切り替わる。このような燃料電池20と2次電池30との充放電状態に関わる制御については後に詳しく説明する。また、燃料電池20には、温度センサ45が設けられている。この温度センサ45は、燃料電池20内部の温度を測定するものであり、温度センサ45によって検出された燃料電池20の内部温度に関する情報は、後述する制御部50に入力される(図1参照)。

【0053】2次電池30は、上記燃料電池20とともにモータ32および補機類34に電力を供給する電源装置である。本実施例では鉛蓄電池を用いたが、ニッケル-カドミウム蓄電池、ニッケル-水素蓄電池、リチウム2次電池など他種の2次電池を用いることもできる。この2次電池30の容量は、燃料電池システム10を搭載する車両の大きさやこの車両の想定される走行条件、あるいは要求される車両の性能(最高速度や走行距離な

ど)などによって決定される。

【0054】モータ32は、三相同期モータである。燃料電池20や2次電池30が出力する直流電流は、後述するインバータ44によって三相交流に変換されてモータ32に供給される。このような電力の供給を受けてモータ32は回転駆動力を発生し、この回転駆動力は、燃料電池システム10を搭載する車両における車軸を介して、車両の前輪および/または後輪に伝えられ、車両を走行させる動力となる。このモータ32は、制御装置33の制御を受ける。制御装置33は、アクセルペダル33aの操作量を検出するアクセルペダルポジションセンサ33bなどとも接続されている。また、制御装置33は、燃料電池システム10の動作に関する基本的な制御を行なう制御部50とも接続されており、この制御部50との間でモータ32の駆動などに関する種々の情報をやり取りしている。

【0055】補機類34は、燃料電池システム10の稼働中に所定範囲内の電力を消費する負荷である。例えば、エアコンプレッサ66やウオータポンプやマスフロコントローラなどがこれに相当する。エアコンプレッサ66は、既述したように、燃料電池20に供給する酸化ガス圧を調節するものである。また、ウオータポンプは、冷却水を加圧して燃料電池20内を循環させるものであり、このように冷却水を循環させて燃料電池20内で熱交換を行なわせることによって、燃料電池20の内部温度を所定の温度以下に制御する。マスフロコントローラは、既述したように燃料電池20に供給する燃料ガスの圧力と流量を調節する。従って、図1のブロック図では燃料電池20と補機類34とは独立して表わされているが、これら燃料電池20の運転状態の制御に関わる機器については燃料電池20の周辺機器ということもできる。このような補機類34の電力消費量は本実施例では最大5kwであり、モータ32の消費電力に比べて少なく、電力消費量の変動も小さい。

【0056】DC/DCコンバータ38は、燃料電池20および2次電池30が出力する電気エネルギーの電圧を変換して補機類34に供給する。モータ32を駆動するのに必要な電圧は、通常200V~300V程度であり、燃料電池20および2次電池30からはこれに見合った電圧が出力されている。しかしながら、既述したウオータポンプなどの補機類34を駆動するときの電圧は12V程度であり、燃料電池20および2次電池30から出力される電圧をそのままの状態で供給することはできない。したがって、DC/DCコンバータ38によって電圧を降下させている。

【0057】DC/DCコンバータ36は、燃料電池20が出力する電気エネルギーの電圧を変換して2次電池30に供給する。後述するように、モータ32において電力の消費が行なわれないときには、本実施例の燃料電池システム10では、接点の切り替えが行なわれて燃料電

池 20 と 2 次電池 30 とがこの DC/DC コンバータ 36 を介して接続される。燃料電池システム 10 の回路がこのような接続状態になると、燃料電池 20 からの出力電圧は DC/DC コンバータ 36 によって昇圧され、2 次電池 30 へ供給される。

【0058】切り替えスイッチ 40、42 は、燃料電池 20、2 次電池 30 およびモータ 32 のそれぞれの間の接続状態を切り替えるスイッチである。切り替えスイッチ 40 は、そのコモン側接点 c が切り替え側接点 c、d、e のいずれかと接続した状態となる。切り替え側接点 c と接続したときには、燃料電池 20 は 2 次電池 30 とは接続しない状態となる。切り替え側接点 d と接続したときには、燃料電池 20 と 2 次電池 30 は並列に接続した状態となる。切り替え側接点 e と接続したときには、燃料電池 20 は、DC/DC コンバータ 36 を介して 2 次電池 30 を充電可能な状態となるように接続される。

【0059】一方、切り替えスイッチ 42 は、そのコモン側接点 a が切り替え側接点 a、b のいずれかと接続した状態となる。切り替え側接点 a と接続したときには、モータ 32 は 2 次電池 30 とは接続しない状態となる。また、切り替え側接点 b と接続したときには、モータ 32 は 2 次電池 30 と接続可能になる。この切り替えスイッチ 40、42 は制御部 50 に接続されており、制御部 50 から出力される信号に従って回路の切り替えが制御される。このように切り替えスイッチ 40、42 によって回路が切り替えられることで、燃料電池システム 10 のモードが後述するように制御される。

【0060】残存容量モニタ 43 は、2 次電池 30 の残存容量を検出するものであり、ここでは SOC メータによって構成されている。SOC メータは 2 次電池 30 における充電・放電の電流値と時間とを積算するものであり、この値を基に制御部 50 は 2 次電池 30 の残存容量を演算する。ここで残存容量モニタ 43 は、SOC メータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2 次電池 30 は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するため、この性質を利用して電圧を測定することによって 2 次電池 30 の残存容量を検出することができる。このような電圧センサは制御部 50 に接続される。制御部 50 に予め電圧センサにおける電圧値と残存容量との関係を記憶しておくことによって、電圧センサから入力される測定値を基に制御部 50 は 2 次電池 30 の残存容量を求めることができる。あるいは、残存容量モニタ 43 は、2 次電池 30 の電解液の比重を測定して残存容量を検出する構成としてもよい。

【0061】インバータ 44 は、燃料電池 20 や 2 次電池 30 から供給される直流電流を、3 相交流電流に変換してモータ 32 に供給する。ここでは、制御部 50 からの指示に基づいて、モータ 32 に供給する 3 相交流の振幅（実際にはパルス幅）および周波数を調節することによって、モータ 32 で発生する駆動力を制御可能となっ

ている。このインバータ 44 は、6 個のスイッチング素子（例えば、バイポーラ形 MOSFET (IGBT)）を主回路素子として構成されており、これらのスイッチング素子のスイッチング動作により燃料電池 20 および 2 次電池 30 から供給される直流電流を任意の振幅および周波数の三相交流に変換する。インバータ 80 が備える各スイッチング素子はそれぞれ制御部 50 に接続されており、制御部 50 からの駆動信号によりそのスイッチングのタイミングの制御を受ける。

【0062】ダイオード 46、48 は、燃料電池システム 10 を構成する回路中の所定の位置に設けられており、回路内を電流が非所望の方向に逆流してしまうのを防止する。ダイオード 46 は、切り替えスイッチ 40 の切り替え側接点 c と、切り替えスイッチ 42 の切り替え側接点 a との間に接続され、燃料電池 20 側からインバータ 44 側に電流を流すことができる向きに配置されている。ダイオード 48 は、DC/DC コンバータ 36 と、2 次電池 30 との間に接続され、DC/DC コンバータ 36 側から 2 次電池 30 側に電流を流すことができる向きに配置されている。

【0063】車速センサ 49 は、燃料電池システム 10 を搭載する車両の速度を検出するセンサである。車速センサ 49 は、例えば、上記車両が備える車軸における回転数を検出することによって構成可能である。あるいは、上記車両が備える各車輪の回転数に関する情報を基に車速を推定する構成としてもよい。

【0064】制御部 50 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU 52、ROM 54、RAM 56 および入出力ポート 58 からなる。CPU 52 は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM 54 には、CPU 52 で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されており、RAM 56 には、同じく CPU 52 で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポート 58 は、制御装置 33 から入力されるモータ 32 の駆動状態に関する情報などを入力すると共に、CPU 52 での演算結果に応じて、切り替えスイッチ 40、42 やインバータ 44 などに駆動信号を出力して燃料電池システムの各部の駆動状態を制御する。

【0065】図 1 では、制御部 50 に関しては、インバータ 44 および切り替えスイッチ 40、42 への駆動信号の出力と、残存容量モニタ 43、温度センサ 45 および車速センサ 49 からの検出信号の入力と、制御装置 33 との間の信号のやり取りのみを示したが、制御部 50 はこの他にも燃料電池システム 10 における種々の制御を行なっている。制御部 50 による図示しない制御の中で主要なものとしては、燃料電池 20 の運転状態の制御を挙げることができる。既述したように、エアコンプレッサ 66 やマスフロコントローラに駆動信号を出力して

酸化ガス量や燃料ガス量を制御したり、改質器 64 に供給するメタノールおよび水の量を制御したり、燃料電池 20 の温度管理や改質器 64 の温度管理も制御部 50 が行なっている。

【0066】以上燃料電池システム 10 の構成について説明したが、次に、この燃料電池システム 10 の動作について説明する。まず最初に、燃料電池システム 10 において行なわれる燃料電池 20 および 2 次電池 30 からの出力制御の概要について説明する。図 4 は、燃料電池システム 10 が種々の状態（システム起動時、低負荷状態、高負荷状態、アクセルオフ状態等）となったときの切り替えスイッチ 40、42 における接点の接続状態と、そのときの各電池の充放電状態とをまとめた説明図である。図 5 は、図 4 における①のシステム起動時、②の低負荷状態および③の高負荷状態における燃料電池 20 と 2 次電池 30 との放電 V-I 特性図である。図 6 は、図 4 における④の状態、すなわちアクセルがオフとなったときやシステム停止時などにおいて燃料電池 20 から 2 次電池 30 への充電が行なわれるときの充電 V-I 特性図である。以下に、図 4、5、6 に基づいて、上記①、②、③、④の状態と、それぞれの状態での燃料電池システム 10 における充放電状態について順次説明する。

【0067】①の状態は、既述したようにシステムの起動時であり、燃料電池システム 10 の起動が使用者によって指示されて燃料電池システム 10 における起動時の動作が開始されてから、燃料電池 20 の運転温度が所定の温度に昇温するまでの期間に対応する。この①の状態では、切り替えスイッチ 42 は、コモン側接点と切り替え側接点 b とを接続した状態となり、切り替えスイッチ 40 は、コモン側接点と切り替え側接点 c とを接続した状態となるように制御される（図 4 参照）。各切り替えスイッチが上記した状態になっているときには、2 次電池 30 だけがモータ 32 に対して電力を供給可能に接続されており、燃料電池 20 は補機類 34 に対してだけ電力を供給する。

【0068】このように、モータ 32 は 2 次電池 30 とだけ接続された状態となるため、燃料電池システム 10 を搭載する電気自動車においては、燃料電池システム 10 を起動した直後には、電気自動車は 2 次電池 30 によってのみ駆動されることになる。また、燃料電池 20 は、その起動時においては暖機運転を要し、燃料電池 20 の運転温度が十分に上昇するまでは十分な発電量を得ることができないが、本実施例では、燃料電池 20 は補機類 34 に対してだけ電力を供給しながら暖機運転を行なう構成となっている。補機類 34 は、既述したようにその負荷の大きさが所定範囲内である安定した負荷である。暖機運転中の燃料電池に対してこのように小さな安定した負荷に接続することによって、燃料電池 20 は支障なく暖機運転を完了して運転温度を十分に昇温させることができる。なお、図 1 に示した燃料電池システム 1

0 では、このシステム起動時には補機類 34 に対する電力の供給は暖気中の燃料電池 20 によってのみ行なわれる構成としたが、2 次電池 30 から電力を補う構成としてもよい。また、2 次電池 30 が出力する電気エネルギーを用いて積極的に燃料電池 20 を加熱し、燃料電池 20 の暖機運転に要する時間を短縮する構成としてもよい。

【0069】上記したように①の状態ではモータ 32 は 2 次電池 30 によってのみ駆動されるため、そのときの放電 V-I 特性図は、2 次電池 30 そのものの放電 V-I 特性図に一致する（図 5 参照）。なお、図 5 には燃料電池 20 の放電 V-I 特性図も記載しているが、これは燃料電池 20 が定常状態に達したときのものである。①の状態では燃料電池 20 は暖気運転中であるためこの放電 V-I 特性図とは異なる特性を示す。暖気運転中の燃料電池 20 における出力特性の変化については、後に説明する。

【0070】②の状態は、既述したように燃料電池システム 10 における負荷が小さい状態、すなわち、モータ 32 で消費する電力が少ない状態である。この②の状態では、切り替えスイッチ 42 は、コモン側接点と切り替え側接点 a とを接続した状態となり、切り替えスイッチ 40 は、コモン側接点と切り替え側接点 c とを接続した状態となるように制御される（図 4 参照）。各切り替えスイッチが上記した状態になると、燃料電池 20 は補機類 34 の他にモータ 32 に対しても電力を供給可能となり、2 次電池 30 はモータ 32 とともに燃料電池 20 とともに接続されない状態となる。このように、モータ 32 は 2 次電池 30 とは接続せず燃料電池 20 とだけ接続した状態となるため、燃料電池システム 10 を搭載する電気自動車は、燃料電池 20 が発電した電力だけによって駆動される。このとき 2 次電池 30 は、充放電ともに行なわれない。

【0071】上記したように②の状態ではモータ 32 は燃料電池 20 によってのみ駆動されるため、そのときの放電 V-I 特性図は、燃料電池 20 そのものの放電 V-I 特性図に一致する。これは、図 5 において低負荷時と示した範囲内の太線で示した曲線に相当する。

【0072】③の状態は、既述したように燃料電池システム 10 における負荷が大きい状態、すなわち、車両が加速中あるいは登坂中などの理由でモータ 32 で消費する電力が多い状態である。この③の状態では、切り替えスイッチ 42 は、コモン側接点と切り替え側接点 b とを接続した状態となり、切り替えスイッチ 40 は、コモン側接点と切り替え側接点 d とを接続した状態となるように制御される（図 4 参照）。各切り替えスイッチが上記した状態になると、燃料電池 20 と 2 次電池 30 とは、並列に接続されて両者ともにモータ 32 に対して電力を供給可能になる。このように、燃料電池 20 と 2 次電池 30 とを並列に接続して両者を同時に利用することによ

って、高負荷状態となったモータ 32 が要求する電力量を十分に賄うことが可能となる。なお、①の起動時以外にモータ 32 が駆動している時に、その状態が②の低負荷状態に属するのか③の高負荷状態に属するのかの判断方法については、後に詳しく説明する。

【0073】上記したように③の状態では、モータ 32 は燃料電池 20 と 2 次電池 30 との両方から電力を供給される状態となる。このときの放電 $V-I$ 特性図は、図 5 において高負荷時と示した範囲内の太線で示した曲線に相当する。

【0074】ここで、図 5 では、負荷の大きさが図中の電流値 I_A に対応する大きさとなったときに、上記した②の状態と③の状態とが切り替わるように表わした。図 5 中の電流値 I_B は、燃料電池 20 と 2 次電池 30 とを並列に接続して負荷に対して電力を供給した場合に、燃料電池 20 と 2 次電池 30 との両方から負荷に対して電力が供給されるようになるときの負荷量に相当する。すなわち、燃料電池 20 の出力電圧が、2 次電池 30 の無負荷時電圧と等しくなるときの燃料電池 20 の出力電流値が I_B となる。ここでは、上記 I_A の値を上記 I_B の値よりも所定量だけ高い値として設定した。このように、燃料電池 20 と 2 次電池 30 との両方から出力されるようになる電流値 I_A を、両電池を並列に接続したときに両電池から出力されるようになる電流値 I_B よりも高い値に設定すると、負荷の大きさがより広い範囲で、燃料電池 20 だけから出力されるようになる。このような燃料電池 20 単独で出力する負荷の範囲の上限としての I_A の値は、燃料電池 20 の出力容量と、モータ 32 や車両の性能などに基いて定めることができる。なお、負荷の状態が②の低負荷状態に属するのか③の高負荷状態に属するのかを判断するために、実際の燃料電池システム 10 において行なわれる動作については後に説明する。

【0075】④の状態は、2 次電池 30 が燃料電池 20 によって充電される状態に対応する。具体的な車両の状態としては、アクセルペダル 33 a がオフ状態（踏まれていない状態）となっている場合や、燃料電池システム 10 を停止する際などを挙げることができる。すなわち、アクセルペダル 33 a がオフ状態となると、モータ 32 への電力の供給が停止され、この間は燃料電池 20 による 2 次電池 30 の充電が行なわれる。また、燃料電池システム 10 の運転を停止する際にも 2 次電池 30 の充電が行なわれる。既述したように、燃料電池システム 10 の起動時に燃料電池 20 の暖機運転を行なっている間は、2 次電池 30 だけがモータ 32 に対して電力を供給する構成となっているため、燃料電池システム 10 の起動時には 2 次電池 20 の残存容量が充分である必要がある。そのため本実施例では、燃料電池システム 10 を停止する際に、2 次電池 30 を十分に充電してから燃料電池 20 の運転を停止し、燃料電池システム 10 を完全

に停止させる構成としている。

【0076】このような④の状態では、切り替えスイッチ 42 は、コモン側接点と切り替え側接点 b とを接続した状態となり、切り替えスイッチ 40 は、コモン側接点と切り替え側接点 e とを接続した状態となるように制御される（図 4 参照）。各切り替えスイッチが上記した状態になると、燃料電池 20 の出力電圧は DC/DC コンバータ 36 で昇圧され、2 次電池 30 に印加される。2 次電池 30 は、DC/DC コンバータ 36 により昇圧された高電圧により充電される。

【0077】上記④の状態における燃料電池 20 から 2 次電池 30 への充電 $V-I$ 特性図は図 6 に示した通りであって、本実施例では、燃料電池 20 によって 2 次電池 30 を充電する際に、この燃料電池 20 からの出力電圧を、DC/DC コンバータ 36 によって所定のレベルにまで昇圧する。ここで、燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧する所定のレベルは、本実施例では、燃料電池 20 からの出力エネルギーが最大となる状態を基にして定めることとした。すなわち、本実施例では、燃料電池 20 の出力エネルギー量の最大値で充電を行なうものとして、充電電流が最大値となるように、昇圧する電圧値を定めた。図 6 では、2 次電池 30 の充電 $V-I$ 特性と共に、この充電 $V-I$ 特性を放電側に対称に移動したグラフが示されており、燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧するレベルは、このグラフで規定される 2 次電池 30 の充電エネルギーが、燃料電池 20 からの出力エネルギーの最大値と一致するときの電圧値として表わされている。ここで、2 次電池 30 の充電 $V-I$ 特性は 2 次電池 30 の残存容量によって変化するものであり、2 次電池 30 の残存容量から求められる 2 次電池 30 の出力特性に基づいて、2 次電池 30 を充電するために燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧するレベルを決定することとしている。したがって、燃料電池 20 の出力が最大となるときの電流値を I_C 、電圧値を V_C とし、上記のように定めた充電時の電流値を I_D 、電圧値を V_D とすると、DC/DC コンバータ 36 の変換効率を無視すれば、 $I_C \times V_C = I_D \times V_D$ が成り立つ。

【0078】なお、上記した④の状態、すなわち、アクセルペダル 33 a が踏み込まれていない状態であって、車速 v が 0 ではないときには、回生によってモータ 32 側から 2 次電池 30 に対して充電を行なうことが可能な場合がある。このような場合としては、坂道を下っているときに運転者がアクセルペダル 33 a から足を離している状態や、所定以上の速度で走行中に運転者がアクセルペダル 33 a から足を離して慣性で走行している状態を挙げることができる。④の状態では切り替えスイッチ 42 はポジション b と接続しているため、上記した回生が行なわれるときには、モータ 32 における回転軸が回転してモータ 32 で生じるエネルギーは、インバータ 44 および切り替えスイッチ 42 を介して 2 次電池 30 に供

給される。なお、④の充電状態において、モータ 32 側から 2 次電池 30 への回生が行なわれないとき（車速が 0 あるいは小さいときなど）には、制御部 50 はインバータ 44 のスイッチング素子を制御して、モータ 32 側への通電を阻止している。上記した回生による 2 次電池 30 の充電を行なうことによって、燃料電池システム 10 全体のエネルギー効率を向上させることが可能となる。

【0079】④の状態において、上記した回生が可能な状態、すなわち、2 次電池 30 を充電可能なエネルギーがモータ 32 で発生するときには、2 次電池 30 は、モータ 32 と燃料電池 20 との両方から電力の供給を受けることが可能となる。このような場合には、DC/DC コンバータ 36 で燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧するレベルを、モータ 32 側からの回生電圧に釣り合うように制御すれば、モータ 32 で発生するエネルギーと燃料電池 30 からの出力との両方によって、2 次電池 30 を充電することができる。もとより、モータ 32 側からの回生電圧が、燃料電池 20 からの出力を最大としたときの昇圧電圧（図 6 参照）よりも低い場合には、モータ 32 側からの回生は行なわない構成としてもよい。このような場合には、燃料電池 20 の最大出力を利用して 2 次電池 30 の充電を行なうことによって、より速く 2 次電池 30 の残存容量を回復することができる。

【0080】次に、上記した②の低負荷状態のモードと③の高負荷状態のモードとを切り替える判断時の動作について説明する。図 5 に基づくと、上記モードの切り替えを行なうべき負荷の大きさは、対応する出力電流値が I_A となったときとなる。したがって、車両における負荷の大きさを検出し、この負荷の大きさが出力電流値 I_A に等しくなったときに、既述した各接点の接続状態を切り替える構成とすればよいことになる。

【0081】ここで、上記した各切り替えスイッチの接点の切り替えのタイミングを決定するための負荷の大きさの判定は、負荷の大きさ、すなわちモータ 32 における消費電力量に直接基づいて行なう必要はなく、消費電力量を反映する他の変数を基にして行なってもよい。ここで、上記モータ 32 における消費電力、すなわち負荷の大きさに対応する消費エネルギー量は、モータ 32 における回転数と出力トルクとの積の値となる。したがって、上記各切り替えスイッチの接点の切り替えのタイミングを決定するための負荷の大きさの判定は、モータ 32 における回転数や出力トルクと対応関係を有する値に基づいて行なうことができる。本実施例では、モータ 32 の回転数に対応する値として車速を、出力トルクと対応関係を有する値としてアクセル開度を利用し、このアクセル開度と車速との関係に基づいて負荷の大きさを判定する構成とした。アクセル開度とは、アクセルペダルポジションセンサ 33b が検出したアクセルペダル 33a の踏み込み量のことであり、このアクセル開度は運転者による要求トルクの大きさに対応していると考えこ

とができる。以下に、アクセル開度と車速との関係に基づいて負荷の大きさを判定する動作について説明する。

【0082】図 7 は、アクセル開度と車速とに基づいて、負荷が②の低負荷状態であるのか③の高負荷状態であるのかを判定する際に用いるマップを表わす。本実施例では、負荷の大きさの判定を行なう際には、まずアクセル開度と車速とを読み込み、予め制御部 50 内に記憶しておいた図 7 に示すマップを参照して、読み込んだアクセル開度と車速とに対応する状態が②の低負荷状態であるか③の高負荷状態であるかを判断する。図 7 のマップにおいて、アクセル開度および車速のとり得る値は複数の範囲に分割されており（本実施例では、アクセル開度は 5 段階、車速は 6 段階）、高負荷状態と低負荷状態との境界線は、アクセル開度と車速とに応じて段階的に変化することとした。ここで、車速が遅い場合には、アクセル開度がある程度大きくならないと高負荷であると判断されないが、車速が速くなるとアクセル開度がより小さい状態で高負荷であると判断されるようになる。この図 7 における高負荷領域と低負荷領域との境界は、アクセル開度と車速との積の値が所定の範囲内、すなわち、図 5 における出力電流値 I_A に対応する所定の領域内となるように設定されている。したがって、図 7 のマップに基づいて負荷の大きさの判定を行なうことによって、上記したようにモータ 32 における回転数と出力トルクとの積の値であるモータ 32 での消費電力が、出力電流値 I_A に対応する所定の範囲内となるとときに、各切り替えスイッチの接点を切り替えることが可能となる。

【0083】なお、図 7 は、実線で表わしたアクセル踏み込み時のマップと、点線で表わしたアクセル戻し時のマップとからなる。アクセル踏み込み時マップとは、アクセルが踏み込まれて②の低負荷状態から③の高負荷状態へモードが切り替わる際に参照されるマップであり、アクセル戻し時マップとは、踏み込んでいたアクセルが戻されて③の高負荷状態から②の低負荷状態へモードが切り替わる際に参照されるマップである。これらアクセル踏み込み時のマップとアクセル戻し時のマップとは、図 7 に示すように、高負荷領域と低負荷領域との境界線においてヒステリシスが設けられている。このようなヒステリシスを設けることによって、上記境界領域に近い状態で車両を走行させる際に、各切り替えスイッチ 40、42 において接点の切り替え動作が頻繁になってしまおうという不都合が生じるのを防止することができる。なお、こうしたヒステリシスの幅は、燃料電池システム 10 を搭載する車両等の使用特性などによって定められるものである。

【0084】以上、図 7 に基づいて、②の低負荷状態と③の高負荷状態との切り替え時について説明したが、既述したように、上記接点の切り替えが行なわれる境界は段階的に値が変化する構成となっており、境界における消費電力の値は図 5 における電流値 I_A に対応する一定

値とはならない。しかしながら、この境界における消費電力の値は、上記した電流値1Aに対応する所定の範囲内の値となるため、本実施例の燃料電池システム10では、図5における1Bに対応する出力電流値よりも負荷が大きい状態まで、燃料電池20が単独でモータ32に対して負荷を供給するように制御される。上記した負荷の大きさの判定を行なう際には、実際に負荷が増大して燃料電池20からの出力だけでは不足してしまう状態となる前に、②から③の状態に各切り替えスイッチの接点の切り替えが完了可能であればよい。

【0085】以上、②の低負荷状態と③の高負荷状態との間でモードの切り替えを行なう際に、アクセル開度と車速とに基づいて判断を行なう動作について説明したが、本実施例の燃料電池システム10では、車両のアクセル開速度に基づくモードの切り替えも行なわれる。アクセル開速度とは、単位時間におけるアクセル開度の変化量のことであり、運転者がアクセルを踏み込んだ強さに対応する。このアクセル開速度は、運転者が要求する加速の度合いに対応している。したがって、アクセル開速度が大きいほど急激な加速が運転者により要求されていることを示し、アクセル開速度が大きくなるとその直後に急激に負荷が増大することになる。アクセル開速度が大きい場合には、たとえそれまでの車速が遅い場合であっても負荷は急激に増大する。したがって、本実施例では、既述したアクセル開度と車速との関係とは別に、アクセル開度に基づいて負荷の大きさを判定している。

【0086】本実施例の燃料電池システム10において、上記した負荷の大きさの判定結果を基にして既述した各モードの切り替え（切り替えスイッチの接点の切り替え）を行なう際の動作について、図8に例示する充放電状態制御処理ルーチンに基づいて説明する。本ルーチンは、燃料電池システム10を搭載する車両において、この燃料電池システムを始動させる所定のスタートスイッチがオン状態になったときから、CPU52によって所定時間ごとに実行される。

【0087】本ルーチンが実行されると、まず、CPU52は、燃料電池20が暖気運転中であるかどうかを判断する（ステップS100）。この判断は、記述した温度センサ45から燃料電池20の内部温度に関する情報を入力し、燃料電池20の運転温度が所定の温度以上に昇温しているかどうかを判断することによって実行可能である。この所定の運転温度とは、燃料電池20が単独でモータ32を駆動したときに、所定量の負荷（②の状態と③の状態とが切り替わるときの負荷、すなわち、図5における電流値1Aに対応する負荷）に対して支障なく出力可能となる運転温度として予め設定され、制御部50に記憶されている。

【0088】ステップS100において、燃料電池20の運転温度が所定温度を下回るなどにより暖気中であると判断された場合には、CPU52は、燃料電池システ

ム10が既述した①の起動時であると判定する（ステップS110）。次にステップS220に移行して、切り替えスイッチ40、42に対して指示信号を出力し、各切り替えスイッチの接点の状態を、上記①の起動時に対応する既述した状態にして（図4参照）、本ルーチンを終了する。

【0089】ステップS100において暖気運転中ではないと判断された場合には、次に、アクセル開度 θ_n と θ_{n+1} とを読み込む（ステップS120）。本実施例の燃料電池システム10では、ごく短時間である Δt （例えば50msec）毎に、アクセルペダルポジションセンサ33bが検出するアクセル開度を、制御装置33を介して制御部50に入力して所定のメモリ内に展開する処理ルーチンが、充放電状態制御処理ルーチンとは別に実行されている。上記ステップS120において読み込まれるアクセル開度とは、 Δt 毎に検出されているアクセル開度の最新の値 θ_{n+1} と、その一つ前の値 θ_n である。

【0090】次に、車速センサ49から車両の車速 v を読み込む（ステップS130）。アクセル開度および車速を読み込むと、次に、読み込んだ値を基にアクセル開速度 Θ を求めてその大きさを判定する（ステップS140）。アクセル開速度 Θ は、 $(\theta_{n+1} - \theta_n) / \Delta t$ によって求めることができる。このアクセル開速度 Θ が0である場合には、次にアクセル開度 θ_{n+1} が0であるかどうかを判断する（ステップS150）。ステップS150においてアクセル開度 θ_{n+1} が0であった場合には、CPU52は、燃料電池システム10が既述した④の状態であると判定する（ステップS160）。このような、アクセル開速度もアクセル開度も共に0である状態とは、アクセルペダル33aが全く踏まれていない状態に対応する。すなわち、車両が停車しているか、車両が慣性で走行している状態である。次にステップS220に移行して、切り替えスイッチ40、42に対して指示信号を出力し、各切り替えスイッチの接点の状態を、上記④に対応する既述した状態にして（図4参照）、本ルーチンを終了する。

【0091】上記ステップS150においてアクセル開度 θ_{n+1} が0でない場合には、前回に実行したルーチンにおいて負荷状態を判定した結果を読み込む（ステップS170）。ここで、アクセル開速度 Θ が0であってアクセル開度 θ_{n+1} が0でない状態とは、アクセルペダル33aを所定量踏み続けている状態に対応する。このような場合には、負荷の判定状態、すなわち各切り替えスイッチの接点の接続状態を変更することなく維持する。なお、ステップS170において読み込む前回のルーチンにおける判定結果は、図8に示した充放電状態制御処理ルーチンを一回実行するごとに、制御部50内の所定のアドレスに記憶している。ステップS170で前回のルーチンにおける負荷状態の判定結果を読み込むと、次

にステップ S 220 に移行して、各切り替えスイッチに対して接点の接続状態を維持する指示を出力し、本ルーチンを終了する。

【0092】ステップ S 140 において求めたアクセル開速度 θ が、0 よりも大きい場合には、次に、この θ が所定の値 a 以上であるかどうかを判断する（ステップ S 180）。この所定の値 a は、アクセルペダル 33a が非常に強い勢いで踏み込まれており、モータ 32 での負荷が急激に大きくなることが指示されていることを判断する基準となる値であり、予め設定されて制御部 50 内に記憶されている。ステップ S 180 においてアクセル開速度 θ が上記所定の値 a 以上であると判断された場合には、そのときの車速に関わらず燃料電池システム 10 が既述した③の高負荷の状態であると判定する（ステップ S 200）。次にステップ S 220 に移行して、切り替えスイッチ 40、42 に対して指示信号を出力し、各切り替えスイッチの接点の状態を、上記③に対応する既述した状態にして（図 4 参照）、本ルーチンを終了する。

【0093】ステップ S 180 において、アクセル開速度 θ が上記所定の値 a よりも小さいと判断された場合には、次に、車速 v およびアクセル開度 θ_{n+1} とに基づいて、図 7 において実線で示したアクセル踏み込み時マップを参照することによって負荷の大きさを判定する（ステップ S 190）。このようなステップ S 190 の判断を行なう場合とは、アクセル開速度は正の値、すなわちアクセルペダル 33a を踏み込みつつある状態であって、アクセルペダル 33a を踏み込む速度は所定の範囲内である状態に対応する。したがって、図 7 のアクセル踏み込み時マップを参照することによって、負荷状態が②の低負荷状態であるか③の高負荷状態であるかを判定することができる。ステップ S 190 において負荷状態を判定すると、ステップ S 220 に移行して切り替えスイッチ 40、42 に対して指示信号を出力し、各切り替えスイッチの接点の状態を負荷状態に対応した状態にして（図 4 参照）、本ルーチンを終了する。

【0094】ステップ S 140 において、アクセル開速度 θ が負の値であると判断された場合には、次にステップ S 210 に移行して、アクセル開度 θ_{n+1} および車速 v に基づいて、図 7 において点線で示したアクセル戻し時マップを参照することによって負荷の大きさを判断する。ステップ S 210 において負荷状態を判定すると、ステップ S 220 に移行して切り替えスイッチ 40、42 に対して指示信号を出力し、各切り替えスイッチの接点の状態を負荷状態に対応した状態にして（図 4 参照）、本ルーチンを終了する。

【0095】以上のように構成された本実施例の燃料電池システム 10 によれば、燃料電池 20 によって 2 次電池 30 の充電を行なう際には、燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧して 2 次電池 30 に供給する構成となってい

るため、燃料電池 20 から 2 次電池 30 への充電電圧を高くすることができ、2 次電池 30 の残存容量が悪化してしまう前に 2 次電池 30 を充電する動作を開始することができる。比較例として、図 9 に、燃料電池と 2 次電池とを並列に接続したときに燃料電池によって 2 次電池を充電する際の $V-I$ 特性図を示す。2 次電池の充電は、2 次電池に対して、2 次電池の充電 $V-I$ 特性に示された電圧よりも高い電圧を印加するときに可能となる。したがって、燃料電池と 2 次電池とを並列に接続して回路の切り替えを行なわない場合には、全体の出力電流値が図 9 中の I_E よりも小さくなったときにのみ、燃料電池からの出力電圧が 2 次電池の充電電圧を上回って充電が行なわれるようになる（図 9 中、斜線で示した領域は、燃料電池からの出力電圧が 2 次電池の充電電圧を上回る領域である）。これに対して本実施例の燃料電池システム 10 では、2 次電池 30 の残存容量がさほど低下していなくても、運転者がアクセルペダル 33a を踏み込んでいない間は 2 次電池 30 を充電する動作が行なわれ、2 次電池 30 の残存容量を常に充分な状態に保つための制御が行なわれる。そのため、負荷が増大して 2 次電池 30 からの出力が要求される状態になれば、2 次電池 30 から充分な電力を供給することができる。また、本実施例では、上記したように燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧する構成とすることで充電可能領域を広げているため、2 次電池 30 の出力や容量を非所望の大きさにまで小さくしたり、燃料電池 20 を不必要に大型化する必要がない。

【0096】さらに、本実施例の燃料電池システム 10 では、燃料電池 20 から 2 次電池 30 への充電を行なう際に、燃料電池 20 からの出力エネルギーが最大となる状態で燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧して 2 次電池 30 に電力を供給することが可能である。したがって、燃料電池 20 によって 2 次電池 30 を充電する際の効率をさらに高くすることができ、充電に要する時間を短縮することができる。そのため、燃料電池システム 10 の動作中であって、アクセルペダル 33a が踏まれていない時間を有効に利用して 2 次電池 30 の残存容量を回復することが可能となり、2 次電池 30 の残存容量が非所望のレベルにまで低下してしまうのを抑えることができる。また、車両をアイドリング状態にして 2 次電池 30 の充電を行なう場合にも、燃料電池と 2 次電池とを並列に接続したときの電圧差に従って充電する場合に比べて、はるかに早く充電を完了することが可能となる。

【0097】また、本実施例の燃料電池システム 10 では、負荷が所定量よりも大きいとき以外は燃料電池 20 だけから出力する構成としており、負荷が増大して燃料電池 20 の他に 2 次電池 30 から出力する必要があると判断した場合にだけ、2 次電池 30 から出力する構成としている。したがって、負荷がそれほど大きくない状態で 2 次電池 30 から出力されてしまうことがない。

すなわち、十分な残存容量を有する 2 次電池と燃料電池とを並列に接続した場合には、負荷が比較的小さな段階で 2 次電池から電力が供給されてしまい、2 次電池の残存容量が次第に低下してしまう。しかしながら本実施例では、負荷の大きさがある程度大きくなるまでは 2 次電池と負荷との接続が遮断されているため、燃料電池 20 からの出力だけで十分な負荷量のときに、2 次電池 30 の充電量が低下してしまうことがない。そのため、負荷が増大して燃料電池 20 からの出力だけでは不足する場合に、2 次電池 30 から十分に電力を補うことができる。

【0098】既述したように、本実施例では、アクセル開度と車速とに基づいて判定される負荷の大きさに加えて、アクセル開速度に基づいて判定される負荷変動の要求量によっても、燃料電池 20 および 2 次電池 30 と負荷との接続状態が制御される。このように、負荷変動の要求量に基づいた制御を行なうことによって、実際に負荷が増大する前に回路の接続状態を望ましい状態に切り替えておくことが可能となり、実際の負荷の増大に遅れることなく対応することができる。

【0099】上記した実施例において、高負荷状態と低負荷状態との判定を行なう際に用いた図 7 のマップは、とり得る車速 v の値が 6 段階に、とり得るアクセル開度 θ_{n+1} の値が 5 段階に分割されており、判定時の車速およびアクセル開度がこれらのどの領域に属するかを判断している。ここで、高負荷状態と低負荷状態との判定を行なう際に用いるマップは、とり得るアクセル開度 θ_{n+1} の値と、とり得る車速 v の値とを異なる段階数に分割して構成することとしても良い。また、このようなマップにおいて、とり得る車速 v とアクセル開度 θ_{n+1} とを無段階的に設定することとしてもよい。このように無段階なマップとした場合の例を図 10 に示す。ここでは、図 7 に示したマップと同様に、アクセル踏み込み時マップとアクセル戻し時マップとの間にヒステリシスが設けられており、それぞれの動作状態に応じたマップを参照して負荷の大小が判定される。また、図 10 に示したマップでは、高負荷状態と低負荷状態との境界が直線上になるように設定したが、この境界における負荷の値が図 5 に示した電流値 I_A により近い値となるように、高負荷状態と低負荷状態との境界が 2 次曲線となるようにマップを設定してもよい。

【0100】また、上記実施例では、燃料電池 20 によって 2 次電池 30 を充電する際に、燃料電池 20 の出力電圧を昇圧させるために DC/DC コンバータを用いることとしたが、このような昇圧手段は DC/DC コンバータに限るものではない。DC/DC コンバータのような昇圧のための装置を設けることなく、燃料電池 20 からの出力電圧を昇圧する構成としてもよい。例えば、燃料電池 20 を複数のスタックからなる構成とし、これら各スタックの接続状態を変えることによって燃料電池か

らの出力電圧を昇圧させることも可能である。例えば、燃料電池 20 を 4 個の燃料電池スタックによって構成し、通常は 2 個の燃料電池スタックを直列に接続した上でこれらを並列に接続して用いることとし、2 次電池 30 の充電を行なう際にはこれらのスタックの接続状態を変更して、4 個の燃料電池スタックをすべて並列に接続するならば、充電時における燃料電池 20 の出力電圧を 2 倍にすることができる。

【0101】上記実施例では、負荷の大きさ、すなわちモータ 32 における消費電力の大きさを判定するために、アクセル開度と車速とに基づくこととしたが、異なる変数に基づいて負荷の大きさを判定することとしてもよい。たとえば、インバータ 44 における出力電流を測定することによっても、モータ 32 における消費電力の大きさを判定することができる。ここで、インバータ 44 における負荷の大きさに基づく制御は、現在の負荷量に基づく制御となるため、負荷が急激に増大する際に、既述した接点の切り替えを負荷の増大に間に合っ行なうためには、上記実施例のようにアクセル開速度などを組み合わせて制御することが好ましい。

【0102】また、上記実施例では、アクセル開度 θ_{n+1} が 0 であることに基づいて、燃料電池システム 10 が④の充電状態であると判断する構成を示したが、アクセル開度以外の要因に基づいて④の充電状態になることを判断することとしてもよい。例えば、インバータ 44 における出力電流が 0 またはマイナス（すなわち回生時）になったときに④の充電状態であると判断することができる。また、燃料電池システム 10 を備える車両において、④の充電状態となることを指示可能なスイッチを、アクセルペダル 33a と独立して設けることとしてもよい。このようなスイッチを設けることによって、例えば、燃料電池 20 が定常状態に達していない暖気運転中であっても、燃料電池 20 の運転温度に応じて出力電圧を昇圧して 2 次電池 30 に供給することが可能となり、燃料電池 20 の暖気運転中に 2 次電池 30 の充電を開始するという動作ができる。このような動作を実際に行なう場合には、さらに、残存容量モニタ 43 が検出した 2 次電池 30 の残存容量を運転者が認識可能となるように表示する構成を設ければよい。これによって、燃料電池システム 10 の起動時に 2 次電池 30 の残存容量が低下している時には運転者がこれを認識可能となり、必要に応じて上記スイッチから指示を入力することが可能となる。以下に、このような構成について説明する。

【0103】既述したように、本実施例の燃料電池システム 10 では、システムの停止時に 2 次電池 30 の充電を行ない、2 次電池 30 の残存容量を十分な状態としてから燃料電池システム 10 を停止する構成となっている。しかしながら、車両を長期間放置した場合などには 2 次電池 30 は自然放電してしまい、その残存容量は低下してしまう。既述したように、本実施例の燃料電池シ

ステム 10 では、その起動時においては、2 次電池 30 だけを用いてモータ 32 を駆動する構成となっており、起動時において 2 次電池 30 の残存容量を十分に用意することによって、燃料電池 20 の暖機運転中にモータ 32 を駆動するのに十分な電力をモータ 32 に供給することが可能となる。ここで、上記したように、残存容量モニタ 43 が検出した 2 次電池 30 の残存容量を表示する構成とすれば、燃料電池システム 10 の起動時に 2 次電池 30 の残存容量が低下している場合には、運転者は 2 次電池 30 の残存容量が低下していることを認識することが可能となる。運転者は、2 次電池 30 の残存容量が低下していることを認識した場合には、車両を発進させる前に上記したスイッチを介して 2 次電池 30 の充電を指示することによって、燃料電池 20 の暖機運転が完了する以前に、燃料電池 20 の出力にある程度の余力が生じた時点で DC/DC コンバータ 36 を介して高電圧を印加し、2 次電池 30 を効率よく充電して、2 次電池 30 の残存容量を速やかに回復させることができる。

【0104】図 11 に示すように、暖気運転中の燃料電池 20 は、その運転温度によって出力特性が異なる。図 11 のグラフに示した各燃料電池の運転温度は、 $t_C < t_B < t_A$ である。燃料電池の運転温度が上がるに従って出力電圧は上昇し、より大きな負荷（電流値）に対応可能となる。図 8 に示した充放電状態制御処理ルーチンのステップ S100 において、燃料電池 20 が暖気運転中かどうかを判断する際に基準とする燃料電池 20 の運転温度は、燃料電池 20 が単独で所定量のエネルギー（図 5 に示した 1A に対応する）を出力可能となる温度として設定されている。しかしながら、これよりも低い運転温度であっても補機類 34 で要する以上の電力は出力可能であり、このエネルギーの余力（出力可能な電力から補機類 34 での消費電力を除いたエネルギー量）を用いて 2 次電池 30 を充電することができる。

【0105】ここで、暖気運転中の燃料電池 20 における出力特性は、燃料電池 20 の運転温度から推定することが可能であり、暖気運転中の各運転温度における燃料電池 20 の最大出力（あるいは、各運転温度において十分に出力可能な値）の大きさを予め設定しておくことができる（図 11 参照）。また、2 次電池 30 の充電特性は、そのときの 2 次電池 30 の残存容量によって決まる。したがって、燃料電池 20 の運転温度によって定まる燃料電池 20 の最大出力と、2 次電池 30 の残存容量によって定まる 2 次電池 30 の充電特性とに基づいて、記述した④の状態の場合と同様に、燃料電池 20 の出力電圧をどの値にまで昇圧すべきかを決定することができる。燃料電池 20 からの出力電圧を、この決定した値にまで出力して 2 次電池に供給し、2 次電池 30 を充電する構成とすることによって、燃料電池 20 の暖機運転中に 2 次電池 30 の充電を開始することが可能となる。

【0106】図 12 は、上記した動作が行なわれるときに、CPU 52 によって実行される暖機時充電制御処理ルーチンを表すフローチャートである。本ルーチンは、燃料電池システム 10 が始動された後に、上記スイッチを運転者が操作して、2 次電池 30 を充電すべき指示が入力されると実行される。

【0107】本ルーチンが起動されると、CPU 52 は、まず、2 次電池 30 の残存容量の読み込みを行なう（ステップ S300）。次に、ステップ S300 で読み込んだ値を基に、2 次電池 30 の残存容量が充分であるかどうかを判断する（ステップ S310）。2 次電池 30 の残存容量が充分である場合、すなわち、上記スイッチからの指示入力が入ってなされた場合や、本ルーチンを実行し続けることによって 2 次電池 30 の残存容量が十分に回復した場合には、本ルーチンから抜けて、図 8 に示した通常の充放電制御処理ルーチンによる制御に移行する。

【0108】ステップ S310 において、2 次電池 30 の残存容量が不十分であると判断された場合には、燃料電池 20 の運転温度を読み込む（ステップ S320）。次に、この燃料電池 20 の運転温度に基づいて、燃料電池 20 による 2 次電池 30 の充電が可能かどうかを判断する（ステップ S330）。この判断は、燃料電池 20 の出力がある程度以上になる時の燃料電池 20 の運転温度として予め定めておいた値と、ステップ S320 で読み込んだ実際の運転温度とを比較することによって行なう。ステップ S330 において、充電できない、すなわち、燃料電池 20 の運転温度が所定の温度よりも低いと判断されたときには、再びステップ S320 に戻り、燃料電池 20 の運転温度が十分に上昇するまで燃料電池 20 の運転温度の読み込みを繰り返すこととする。

【0109】ステップ S330 において、燃料電池 20 の昇温状態が充分であると判断されたときには、記述したように 2 次電池 30 の残存容量と燃料電池 20 の運転温度とに基づいて、燃料電池 20 からの出力電圧をどの値にまで昇圧するかを決定する（ステップ S340）。つぎに、切り替えスイッチ 40、42 に指示信号を出力して、回路の接続状態を①の状態から④の状態に切り替える（ステップ S350）。ここで、DC/DC コンバータ 36 に信号を出力することによって、燃料電池 20 からの出力電圧をステップ S340 で決定した値に昇圧し（ステップ S360）、本ルーチンを終了する。なお、上記した動作に従って 2 次電池 30 の充電を行っているときに、アクセルペダル 33a が踏み込まれたときには、上記ルーチンの実行を停止して、記述した充放電状態制御処理ルーチンに移行し、モータ 32 を駆動可能にしている。

【0110】このような構成とすれば、燃料電池システム 10 の起動時に 2 次電池 30 の残存容量が低下してしまっている場合にも、燃料電池 20 の暖機運転完了前

に、DC/DCコンバータ36を介して供給される高電圧により2次電池30の充電を開始することが可能となり、より速く2次電池30の残存容量を回復して、支障なく車両を発進させることが可能となる。もとより、上記したような燃料電池20の暖気運転中に2次電池30の充電を開始する制御を行わない場合には、燃料電池20の暖機運転終了後には車両を発進させるまで④の充電状態となり、定常状態の燃料電池20の最大出力を利用して2次電池30の充電が行なわれる。また、上記した説明では、燃料電池20の暖気時に2次電池30の充電を開始するためには、上記所定のスイッチからの指示入力10を要する構成としたが、スイッチからの指示入力を不要とする構成とすることもできる。すなわち、燃料電池システム10の始動時にはCPU52が2次電池30の残存容量を確認し、この残存容量が所定量以下の場合には燃料電池20の暖気運転中に2次電池30の充電を開始して、アクセルペダル33aが踏まれるまでは2次電池30を充電する構成としてもよい。

【0111】なお、記述した実施例のように、負荷量が所定量以上になるまでは2次電池30からの出力を行なわない制御を行なう場合にも、所定量よりも大きい負荷が長時間持続する場合には、2次電池30の残存容量の悪化によって、車両の走行中に十分な出力が得られなくなる場合が想定される。このように、車両の走行中に、残存容量モニタ43によって2次電池30の残存容量の低下が検出された場合には、残存容量が低下してしまったことを運転者に知らせて、残存容量を積極的に回復するための措置をとるよう運転者に促す構成とすることが望ましい。例えば、運転席周辺に設けた所定の表示を点灯させたり、音声を発したりして残存容量の低下を知らせることができる。

【0112】上記したような方法によって、2次電池30の残存容量が所定量以下になったこと、あるいは2次電池30の残存容量の低下状況が所定の状態となったことを運転者に認識させれば、運転者は、残存容量を回復するための措置をとることができる。たとえば、可能な限り車両のスピードを落として負荷を減少させることによって2次電池における電力消費を抑えたり、また、可能であれば一旦停車して燃料電池システム10を既述した④状態として、2次電池30の残存容量の回復を待つこともできる。このような対策をとることによって、2次電池30からの電力供給がなくなってアクセルペダル33aを踏み込んでも十分な出力が得られなくなる状態となるのを防止することができ、走行の安全性を高めることができる。さらに、本実施例の燃料電池システム10では、燃料電池30の出力が最大となる状態で2次電池30の充電を行なうため、上記したように一旦停車して2次電池30の残存容量の回復を待つ場合にも、迅速に2次電池30の残存容量を回復させることができる。

【0113】また、上記実施例の燃料電池システム10

の構成においては、種々の変更を行なうことができる。燃料電池システム10が備える燃料電池20は、燃料ガスを生成するための原燃料としてメタノールを用いたが、メタノール以外の炭化水素、例えばメタンやガソリンなどを原燃料として用い、これらを改質して水素リッチな燃料ガスを生成することとしてもよい。また、改質器64で進行する改質反応は、水蒸気改質反応に代えて、あるいは水蒸気改質反応に加えて部分酸化改質反応を行なうこととしてもよい。さらに、上記したように原燃料を改質して燃料ガスを生成する方法に代えて、水素貯蔵装置を設けて水素ガスを燃料ガスとして用いることとしてもよい。また、燃料電池20は固体高分子型燃料電池に限るものではなく、りん酸型燃料電池や固体電解質型燃料電池など他種の燃料電池を用いることとしてもよい。

【0114】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる様態で実施し得ることは勿論である。本発明の電源装置を、電気自動車以外の負荷、例えば、家庭内の電力負荷に電力を供給する電源装置として用いることとしてもよい。また、本発明の電源装置が備える2次電池は、所定量の電力を蓄えて必要に応じて供給可能に準備することができればよく、充分量の電気エネルギーを蓄えることができるならば、本発明の電源装置が備える2次電池をコンデンサと読み替える構成とすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適な一実施例である燃料電池システム10の構成を表わすブロック図である。

【図2】単セル28の構成を表わす断面模式図である。

【図3】燃料電池部60の構成を表わすブロック図である。

【図4】燃料電池システム10の運転状態と、各切り替えスイッチの接続状態との対応を表わす説明図である。

【図5】燃料電池20と2次電池30との放電V-I特性図である。

【図6】燃料電池20によって2次電池30を充電する際の充電V-I特性図である。

【図7】アクセル開度と車速との関係に基づいた負荷状態の判定の様子を表わす説明図である。

【図8】回路の接点を切り替える際に実行される充放電状態制御処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図9】燃料電池と2次電池とを並列に接続したときに、燃料電池によって2次電池を充電する際のV-I特性図である。

【図10】アクセル開度と車速との関係に基づいた負荷状態の判定の様子を表わす説明図である。

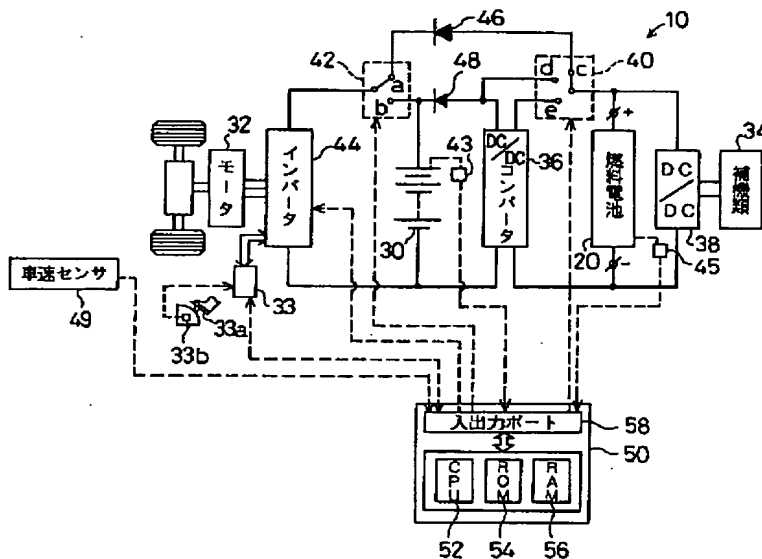
【図11】定常状態となる以前の運転温度における燃料電池20の出力特性を表わす説明図である。

【図12】燃料電池20の暖機運転時に2次電池30の充電を行なう際に実行される暖機時充電制御処理ルーチンを例示するフローチャートである。

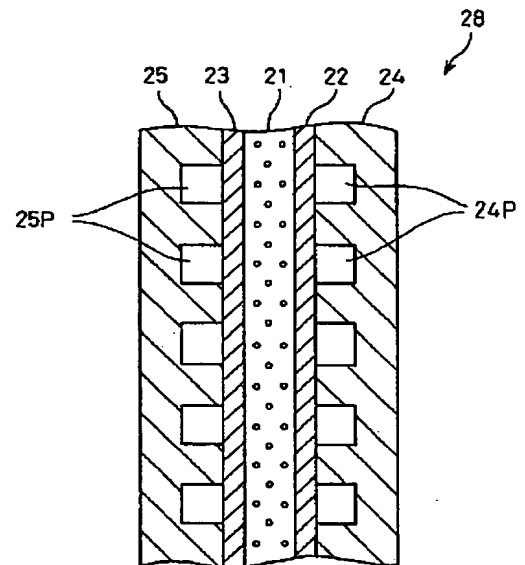
【符号の説明】

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 10…燃料電池システム | 40, 42…切り替えスイッチ |
| 20…燃料電池 | 43…残存容量モニタ |
| 21…電解質膜 | 44…インバータ |
| 22…アノード | 45…温度センサ |
| 23…カソード | 46, 48…ダイオード |
| 24, 25…セパレータ | 49…車速センサ |
| 24…セパレータ | 50…制御部 |
| 24P…燃料ガス流路 | 52…CPU |
| 25…セパレータ | 54…ROM |
| 25P…酸化ガス流路 | 56…RAM |
| 26, 27…集電板 | 58…入出力ポート |
| 28…単セル | 60…燃料電池部 |
| 30…燃料電池 | 61…メタノールタンク |
| 32…モータ | 62…水タンク |
| 33…制御装置 | 64…改質器 |
| 33a…アクセルペダル | 66…エアコンプレッサ |
| 33b…アクセルペダルポジションセンサ | 67…電磁バルブ |
| 34…補機類 | 68…燃料供給路 |
| 36, 38…DC/DCコンバータ | 69…空気供給路 |
| | 70…分岐空気路 |
| | 71…燃料排出路 |
| | 80…インバータ |
| | 90…電流センサ |

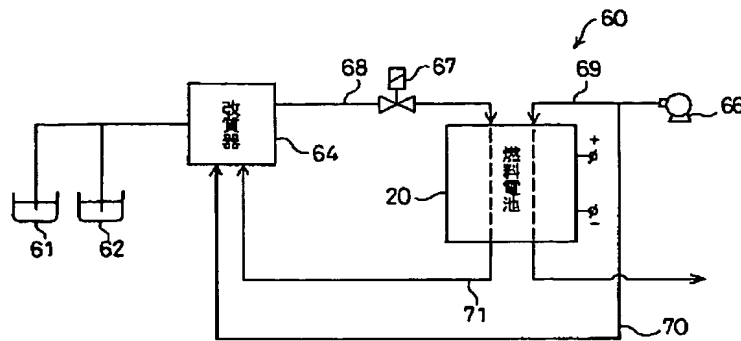
【図1】



【図2】



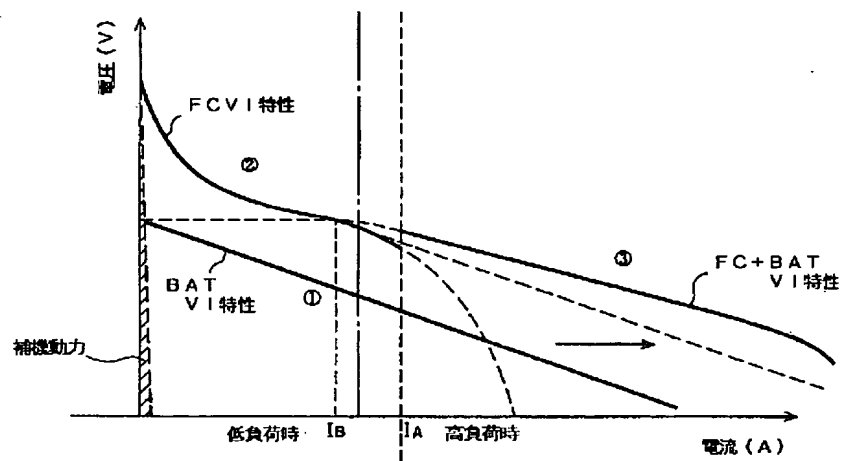
【図3】



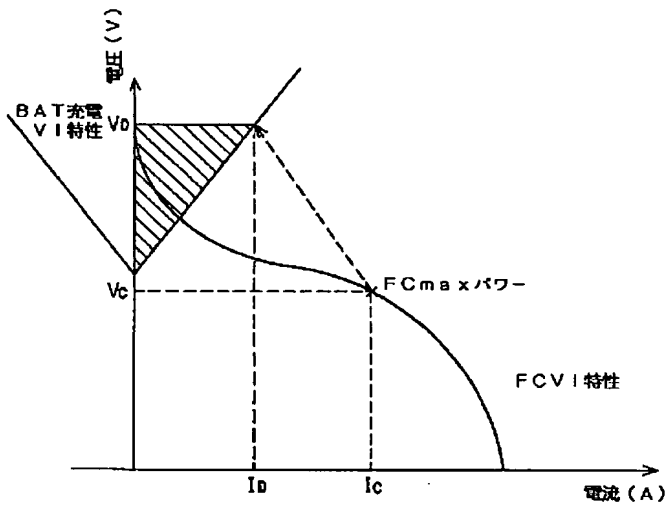
【図4】

	燃料電池システム10の 状態	スイッチ42	スイッチ40	充放電状態
①	システム起動時	b	c	2次電池30が放電
②	低負荷時	a	c	燃料電池20が放電
③	高負荷時	b	d	燃料電池20と2次電池30が 並列放電
④	アクセルOFF時 システム停止時 2次電池SOC低下時 回生時	b	e	燃料電池20昇圧放電 2次電池30充電

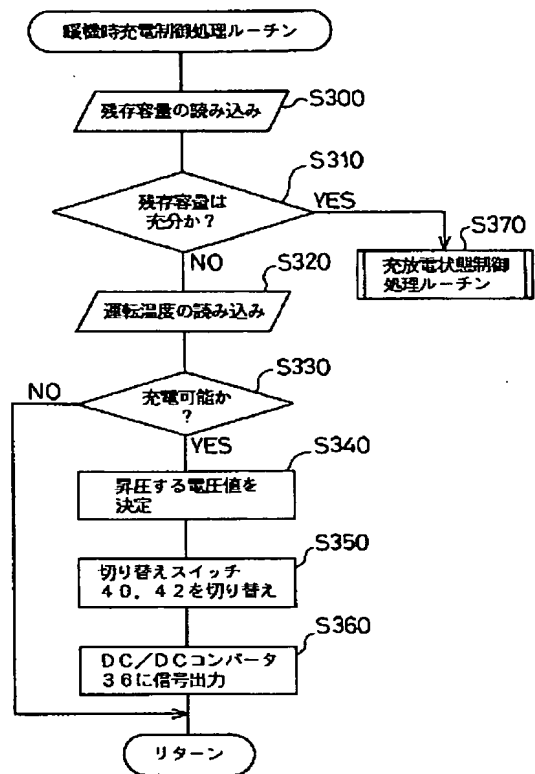
【図5】



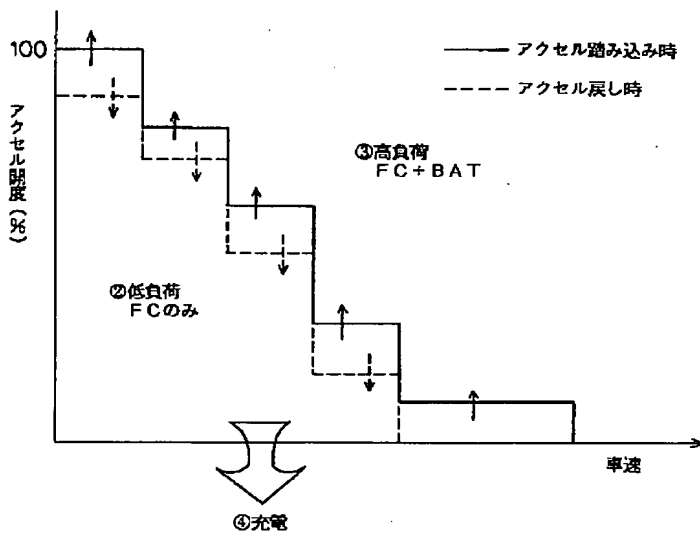
【図6】



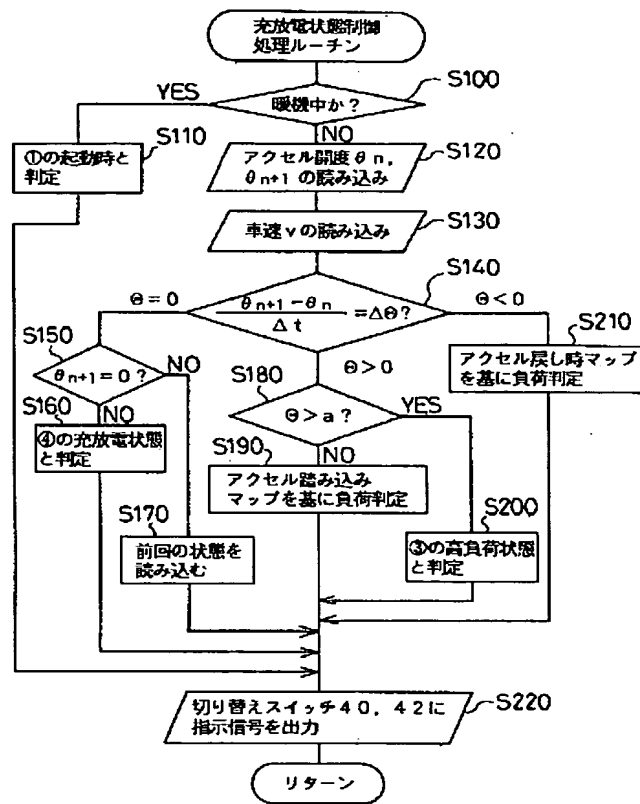
【図12】



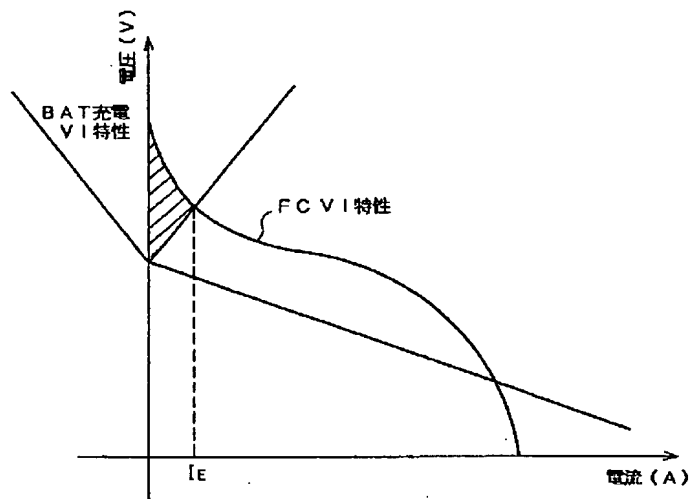
【図7】



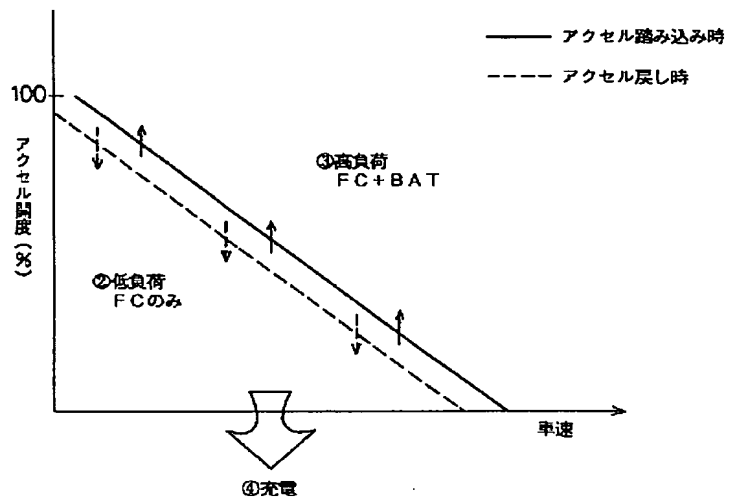
【図8】



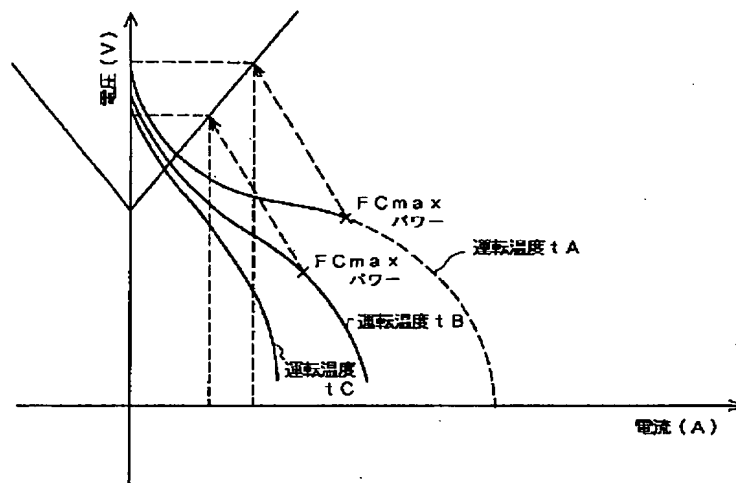
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
H02J 7/00

識別記号
303

F I
H02J 7/00

P
303E